

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-318720

(43)Date of publication of application : 12.12.1997

(51)Int.Cl.

G01R 33/05

(21)Application number : 08-134788

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 29.05.1996

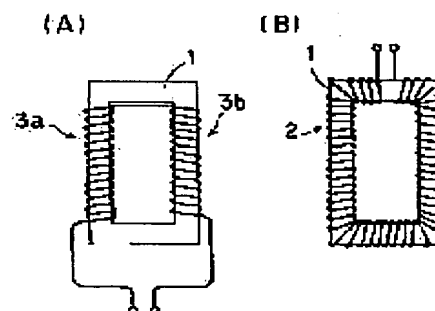
(72)Inventor : MUNAKA TATSUYA

### (54) FLUX GATE MAGNETIC SENSOR

#### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a flux gate magnetic sensor which is so arranged to facilitate higher sensitivity even in the same sensor size as compared to the conventional ring core type sensor.

SOLUTION: Two detection coils 3a and 3b are wound on two side parts as opposed to each other along the long shaft of an oval or rectangular core 1 comprising a magnetic body and all of turns of the detection coils 3a and 3b are made to cross a sensitivity axis, thereby enabling increase in the number of effective turns of the detection coils as compared to the conventional sensor using a ring core.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.04.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.06.2005

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-318720

(43) 公開日 平成9年(1997)12月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 R 33/05

G 0 1 R 33/05

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-134788

(22) 出願日 平成8年(1996)5月29日

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 務中 達也

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

株式会社島津製作所三条工場内

(74) 代理人 弁理士 倉内 義朗

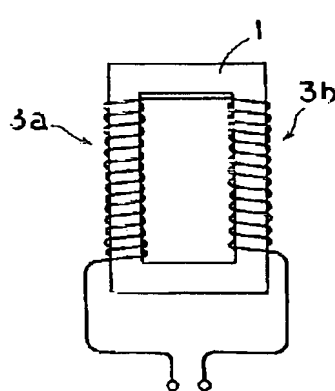
(54) 【発明の名称】 フラックスゲート磁気センサ

(57) 【要約】

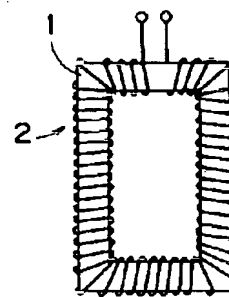
【課題】 従来のリングコア型センサに比して、同じセンササイズであっても高感度化が容易な構造を持つフラックスゲート磁気センサを提供する。

【解決手段】 磁性体からなる楕円もしくは長方形のコア1の長軸に沿った互に対向する2辺部分に、2つの検出コイル3a、3bを巻回することによって、検出コイル3a、3bの各ターンの全てを感度軸に対して交差させ、検出コイルの実効ターン数をリングコアを用いた従来のセンサに比して増大させることを可能とする。

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁性体からなるコアに、互いに逆巻きで相互に接続された2つの検出コイルと、励振コイルとが巻回されたフラックスゲート磁気センサにおいて、上記コアが、楕円もしくは長方形のループ状であり、そのループの長軸に沿った互いに対向する2辺部分に、上記2つの検出コイルのそれぞれが巻回されていることを特徴とするフラックスゲート磁気センサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば地磁気や微小電流から発生する磁界等を測定するのに用いられるフラックスゲート磁気センサに関する。

## 【0002】

【従来の技術】フラックスゲート磁気センサは、図7に模式的に示すように、磁性体からなるコア11に1つの励振コイル12と2つの検出コイル13a、13bが巻かれたもので、各検出コイル13a、13bは相互に差動接続、つまり互いに逆向きに巻かれた状態でその一端どうしが接続される。

【0003】このようなフラックスゲート磁気センサにおいては、励振コイル12に交流電流（励振電流）を流すことによってコア11に沿って発生する交流磁束が、各検出コイル13a、13bの内部を互いに逆向きに貫くことになる。この状態でセンサに外部磁気が作用すると、その磁気による磁束は各検出コイル13a、13bに対して同方向に作用するため、各検出コイル13a、13bを貫いている交流磁束は、結局、外部磁気によって互いに逆向きにバイアスがかかった状態となり、その検出コイル13a、13bの両端から、外部磁気に比例し、かつ、励振電流の2倍の周波数の交流電圧信号を取り出すことができる。この交流電圧信号を例えば交流増幅器で増幅し、整流した後に検波することによって、外部磁気に比例した電圧信号を得ることができる。

【0004】また、この種の磁気センサは、図7に示したような棒状のコア11を持ついわゆるソレノイド型と称されるもののほか、図8に示すような真円形のリング状のコア21を持つリングコア型と称されるものがある。なお、図8では、図面の複雑化を避けるために励振コイルの図示を省略しているが、実際にはコア21を均一に励振するために、コア21の全体に、励振コイルが各検出コイル23a、23bの螺旋と交互の螺旋を描くように巻回される。このリングコア型のフラックスゲート磁気センサにおいては、コアを励振する際に反磁界の影響を考えなくてよいという利点がある。

【0005】更に、このようなリングコア型のフラックスゲート磁気センサとして、リングコア並びに励振コイルおよび各検出コイルを半導体製造技術を利用して薄膜によって形成することにより、センサ素子を小型化し、かつ、磁気検出特性を向上させた、いわゆる薄膜フラッ

クスゲート磁気センサが提案されている（特開平7-191118号）。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、フラックスゲート磁気センサにおいては、最適励振条件下における磁界感度を $a$ とすると、

$$a = 8NA\mu_r f \quad (1)$$

となる（例えばT. Sisti, Sensors and Actuators, A21-A23, 799(1990)）。ここで、 $N$ は検出コイルのターン数、 $A$ はコアの断面積、 $\mu_r$ は実行比透磁率、 $f$ は励振周波数である。この(1)式から明らかなように、励振周波数、コアの断面積および透磁率が同じであれば、検出コイルのターン数をできるだけ多くすることによって磁界の検出感度が向上する。

【0007】しかし、図8に示した従来のリングコア型のセンサにおいては、検出コイルのターン数は以下の理由によって制限される。すなわち、フラックスゲート磁気センサでは、外部磁界の磁束が検出コイルの内部を貫かなければこれを検出することはできず、従ってこの種のセンサでは感度軸が存在するが、図8に示したリングコア型のセンサにおいては、同図に破線で示す領域の検出コイル23a、23bは被測定磁界と交差しないことから、実質的には検出コイルとして機能しない。

【0008】また、検出コイル23a、23bのターン数を増加させるためには、その導線のラインアンドスペースを小さくすることが有効であるが、検出コイル23a、23bの各ターンはリングコアに対して平面視で放射状となるため、そのターン数はリングコア21の内径寸法によって規制される。

【0009】そこで、リングコア21の内径寸法のみを大きくすると、コア21の断面積が小さくなって感度を低下させてしまい、また、コア21の内外径寸法をともに大きくした場合には、センサ全体のサイズが大きくなってしまいうという問題が生じる。

【0010】本発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、従来のリングコア型のセンサと同様にコアの励振時における反磁界の影響を考慮する必要がなく、しかも従来のリングコア型センサに比して、同じセンササイズであっても高感度化が容易な構造を持つフラックスゲート磁気センサの提供を目的としている。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のフラックスゲート磁気センサでは、上記の目的を達成するために、以下の構成を採用している。

【0012】すなわち、コアを楕円もしくは長方形のループ状とするとともに、そのループの長軸に沿った互いに対向する2辺部分に、2つの検出コイルのそれぞれを巻回した構成とする。

【0013】ここで、本発明において、楕円もしくは長方形のループの長軸に沿った互いに対向する2辺部分

とは、コアを長方形とする場合には、その長方形の2つの長辺部分を言い、また、コアを楕円形状とする場合には、その周のうち、長軸の両側の比較的曲率の小さい領域を言う。また、ここで言う楕円形状とは、数学的に定義される楕円のほか、円をその直径方向に押しつぶしたような、いわゆる長円形状等を含む。

【0014】以上のような本発明のフラックスゲート磁気センサによれば、2つの検出コイルは楕円または長方形のループ状のコアの長軸に沿った2辺部分にそれぞれ巻回されるから、その長軸に沿った方向が感度軸となり、検出コイルの実効的なターン数、つまり感度軸方向の被測定磁束に交差するターン数を、真円形状のリングコアを用いる場合に比して増大させることが可能となる。

【0015】また、検出コイルはコアの直線部分または直線に近い曲率の小さい部分に巻回されるが故に、図8に示した真円形のリングコアに対する巻回のように平面視において放射状とはならないため、検出コイルのラインアンドスペースの縮小化によるターン数増大への寄与度は大きくなる。

【0016】

【発明の実施の形態】図1は本発明の実施の形態の構成図で、(A)はコア1に検出コイル3a、3bのみを巻回した状態、(B)はコア1に励振コイル2のみを巻回した状態をそれぞれ模式的に示している。

【0017】磁性体からなるコア1は、長方形のループ状をしており、このループコア1の互に対向する2つの長辺部分のうち、一方に検出コイル3aが、他方にはこれと逆巻きに検出コイル3bがそれぞれ巻回されている。

【0018】また、このループコア1には、(B)に示すように、その全周に一樣に励振コイル2が巻回されている。ここで、図1では図面の複雑化を避けるために(A)、(B)それぞれに検出コイル3a、3bおよび励振コイル2を個別に巻回した状態で示しているが、実際には検出コイル3a、3bと励振コイル2は一つのループコア1を共有した状態で巻回されている。

【0019】このような本発明の実施の形態においては、検出コイル3a、3bは、長方形のループコア1の2つの長辺に沿った互いに平行な直線状のコイル中心軸の回りに巻回されることになり、その長辺に沿う方向が感度軸となる。

【0020】このような本発明の実施の形態によれば、検出コイル3a、3bの全てのターンは感度軸と交差し、従ってその全ターンが実効ターンとなる。また、検出コイル3a、3bの各ターンは互いに平行となるため、その各ターンの密度は、真円形のリングコアを用いて各ターンが平面視で放射状となる場合に比して、検出コイル3a、3bのワイヤ径とその間隔(ラインアンドスペース)を同等とした場合でもより密とすることがで

き、各ターン間のピッチを実質的により細かくすることができる。従ってこの実施の形態では、真円形状のリングコアを用いる場合に比して、検出コイル3a、3bの実効ターン数を同じである場合にはそのセンササイズを小さくすることができ、また、センササイズを同等とする場合には検出コイル3a、3bの実効ターン数をより多くして、高感度の磁気センサが得られる。

【0021】図2は本発明の他の実施の形態の説明図で、この図2においては励振コイルの図示を省略している。この実施の形態における特徴は、ループコア1を楕円形状とした点にあり、各検出コイル3a、3bはループコア1の楕円の長軸を挟む両側の部分に巻回されている。

【0022】この図2の実施の形態においても、図1の実施の形態と同様に、検出コイル3a、3bの全ターンが感度軸(楕円の長軸方向)に交差し、また、真円形状のリングコアを用いる場合に比して、各ターンどうしがより平行に近づくため、図1の実施の形態と同等の作用効果を奏することができる。

【0023】次に、本発明を薄膜フラックスゲート磁気センサに適用する場合について述べる。この場合、センサの模式的な構造は図1あるいは図2に示したものと同等となるため、その構造の詳細な説明は省略し、ここでは、図1に示したものと同等の模式的構造を持つ薄膜フラックスゲート磁気センサの製造方法と、各部の材質等について述べる。

【0024】図3はその製造手順の説明図である。まず、(A)に示すように、例えば熔融石英からなる基板40の表面に例えばCu薄膜をdcマグネトロンスパッタ等により成膜(膜厚2 $\mu$ m)し、例えばフォトリソグラフィとイオンビームエッチングを用いたパターンニングにより、検出コイル3a、3bと励振コイル2の下部配線層41を形成するとともに、その配線間の溝は例えば蒸着SiO<sub>2</sub>膜にて埋め、リフトオフ法によって平坦化する。なお、この下部配線層41のパターンは、例えば図4(A)に部分的に示され、この図において41aが励振コイル用、41bが検出コイル用のパターンであり、励振コイル用パターン41aは下記の磁性コア層43において形成される長方形のループコアパターンの全周にわたって均等に形成される一方、検出コイル用パターン41bは長方形のパターンの2つの長辺に沿う部分にのみ形成される。

【0025】次に、例えばSiO<sub>2</sub>とパーマロイを順にスパッタ法によって成膜し、上記と同等の方法によってパーマロイをパターンニングして、(B)に示すように下部絶縁層42と磁性コア層43を形成する。この磁性コア層43のパターンは、図1に例示したような長方形のループ状とする。

【0026】次に、例えばSiO<sub>2</sub>をスパッタ成膜して(C)のように上部絶縁層44を形成し、その上部絶縁

層44および下部絶縁層42に対して、(D)示すように、例えばイオンビームエッチングにて、下部配線層41の各パターン41a、41bの一端部に相当する位置にそれぞれコンタクトホール45を穿った後、Cu薄膜46をスパッタ成膜する。その後、このCu薄膜46をフォトリソグラフィとイオンビームエッチング等によってパターニングすることで、(E)に示すように上部配線層47を形成する。この上部配線層47のパターンは、図4(B)に部分的に例示する通りであり、この図において47aは励振コイル用パターンを、47bは検出コイル用パターンであって、それぞれ前記した下部配線層41に対応した位置に形成される。

【0027】以上の工程を経ることにより、下部配線層41と上部配線層47における励振コイル用パターン41aと47a、および検出コイル用パターン41bと47bがコンタクトホール45内のCuによって相互に接続され、それぞれ図5(A)、(B)に模式的な部分斜視図で示すようなコイル状の立体パターンとなり、それぞれが上下の各配線層41、47間に挟まれた磁性コア層43のパターンをつる巻き状に巻回した状態となつて、図1に示した模式的構造を持つ薄膜フラックスゲート磁気センサが得られる。

【0028】このようにして得られる薄膜フラックスゲート磁気センサの部分拡大平面図を、励振コイルを省略した状態で図6(A)示し、また、同図(B)には、比較例として、真円形状のリングコアを用いた従来の薄膜フラックスゲート磁気センサの部分拡大平面図を、同じく励振コイルを省略した状態で示す。この図6から明らかなように、本発明を適用した薄膜フラックスゲート磁気センサでは各ターンが相互に平行となるため、従来のように各ターンが放射状にならない分だけ検出コイルの各ターン間のピッチを実質的に微細化することが可能となる。

【0029】なお、本発明を適用した薄膜フラックスゲート磁気センサにおけるコアの材質やコイルの材質は、前記した実施の形態に限られることなく、それぞれ比較的高い透磁率の高い磁性体および導体であれば任意の材質とすることができる。

【0030】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、励振コイルおよび検出コイルが巻回されるコアを楕円もしくは長方形のループ状として、2つの検出コイルをその長軸に沿った2辺に巻回しているため、真円形状のリングコアを用いた従来のものに比して、そのセンササイズを

同等とした場合に、感度軸に対して交差する実効的な検出コイルのターン数をより多くすることが可能となつて感度を向上させることができ、逆に、同等の実効ターン数であればセンササイズを小さくすることが可能となり、スループットが大きくなってセンサのコストダウンに貢献することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の構成説明図で、(A)はコア1に検出コイル3a、3bのみを巻回した状態、(B)はコア1に励振コイル2のみを巻回した状態をそれぞれ模式的に示す図

【図2】励振コイルを省略した状態で示す本発明の他の実施の形態の構成説明図

【図3】本発明を薄膜フラックスゲート磁気センサに適用する場合における、センサの製造工程の説明図

【図4】図3の工程において作成される下部配線層41の部分的なパターンの例の説明図(A)と、同じく図3の工程において作成される上部配線層47の部分的なパターンの例の説明図(B)

【図5】図3の工程により形成される励振コイルの立体的なパターンの説明図(A)と、同時に形成される検出コイルの立体的なパターンの説明図(B)

【図6】図3の工程により得られる薄膜フラックスゲート磁気センサの部分拡大平面図(A)と、比較例としての真円形状のリングコアを用いた薄膜フラックスゲート磁気センサの部分拡大平面図(B)で、それぞれ励振コイルを省略して示す図

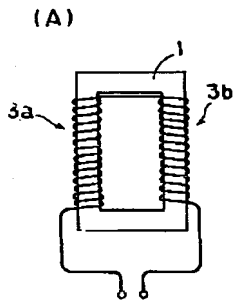
【図7】従来のソレノイド型フラックスゲート磁気センサの模式的構成図

【図8】従来のリングコア型フラックスゲート磁気センサの模式的構成図

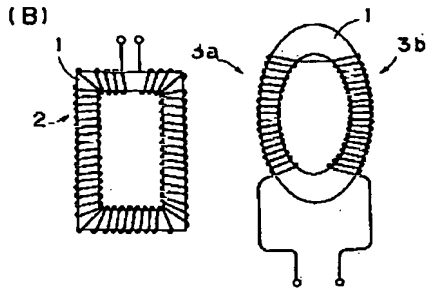
【符号の説明】

- 1 ループ状コア
- 2 励振コイル
- 3a、3b 検出コイル
- 41 下部配線層
- 41a 励振コイル用パターン
- 41b 検出コイル用パターン
- 43 磁性コア層
- 45 コンタクトホール
- 47 上部配線層
- 47a 励振コイル用パターン
- 47b 検出コイル用パターン

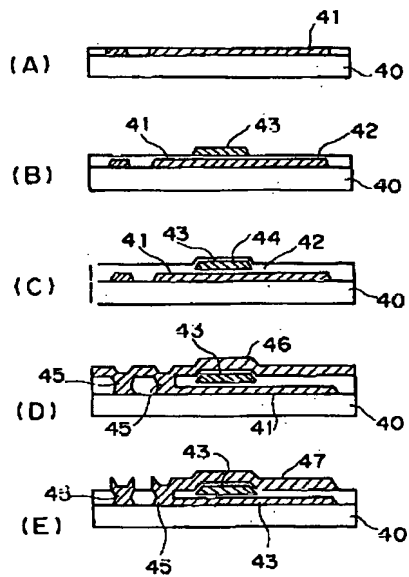
【図1】



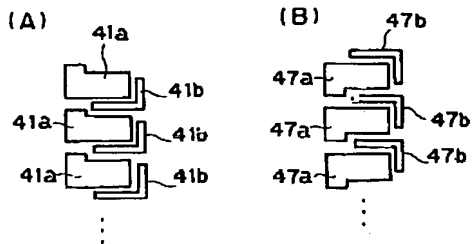
【図2】



【図3】



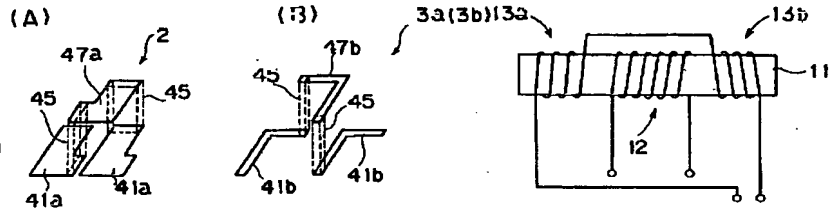
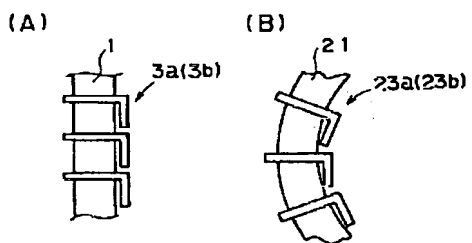
【図4】



【図5】

【図7】

【図6】



【図8】

